

(11)Publication number : 2002-061556
(43)Date of publication of application : 28.02.2002

(21)Application number : **2000-250566** (71)Applicant : **NAGANO SHIGERU**
(22)Date of filing : **22.08.2000** (72)Inventor : **NAGANO SHIGERU**

6/15/2006

* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The combustion chamber established in the cylinder in which the piston was held possible [reciprocation], or said piston and a cylinder, In the gasoline engine is equipped with the fuel injection nozzle which injects a fuel towards this combustion chamber, and the fuel from this fuel injection nozzle was made to burn in said combustion chamber The gasoline engine characterized by having the fuel injection nozzle which has the nozzle hole which injects a fuel in the shape of a fog, and the fuel path which leads the fuel from a fuel-supply means to said nozzle hole, and having further the plasma developmental mechanics which generates discharge at said fuel path through which the fuel injected from said nozzle hole passes.

[Claim 2] Said plasma developmental mechanics is a gasoline engine according to claim 1 characterized by having the plasma generator which is electrically connected with the discharge electrode of the pair which estranged mutually to the tube wall of said fuel path, and has been arranged, and both discharge electrodes, and impresses high-frequency voltage among both discharge electrodes.

[Claim 3] The gasoline engine according to claim 1 or 2 by which it is having-further-fuel-injection detection means [to detect the fuel-injection condition by said fuel injection nozzle], and plasma control means which makes detection of the injection initiation by this fuel-injection detection means impression start condition to said discharge electrode characterized.

[Claim 4] Said plasma control means is a gasoline engine according to claim 2 or 3 characterized by being what changes the electrical potential difference impressed to said discharge electrode according to the detection result of the injection quantity by said fuel-injection detection means.

[Claim 5] Said plasma developmental mechanics is a gasoline engine according to claim 1 characterized by being a thing equipped with the discharge coil prepared in the tube wall of said fuel path, and the plasma generator which is electrically connected with the both ends of this discharge coil, and energizes the high frequency current to this discharge coil.

[Claim 6] The gasoline engine according to claim 5 by which it is having-further-fuel-injection detection means [to detect the fuel-injection condition by said fuel injection nozzle], and plasma control means which makes detection of the injection initiation by this fuel-injection detection means energization start condition to said discharge coil characterized.

[Claim 7] Said plasma control means is a gasoline engine according to claim 5 or 6 characterized by being what changes the current energized to said discharge coil according to the detection result of the injection quantity by said fuel-injection detection means.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the injection gasoline engine in a cylinder using a plasma generator.

[0002]

[Description of the Prior Art] The general injection gasoline engine in a cylinder makes the combustion air sent to the combustion chamber by the inhalation-of-air path connected to the combustion chamber compress by actuation of a piston, and let it be the compressed air. The high-pressure gasoline (fuel) atomized to the compressed air is injected, and the gaseous mixture of the compressed air and a fuel is generated. It is considering as the structure where carried out the forced ignition by the spark with the plug to this compressed gaseous mixture, and driving force has been obtained.

[0003] In the injection gasoline engine in a cylinder, there is a combustion system called the lean combustion (lean burn) which burns gaseous mixture thinner than theoretical air fuel ratio as a way stage of improvement in specific fuel consumption. Here, an air-fuel ratio is a weight ratio of air and a fuel, and theoretical air fuel ratio is an air-fuel ratio at the time of using the air of a complement in order to carry out the perfect combustion of the fuel theoretically. In the injection gasoline engine in a cylinder, lean combustion (lean burn) of the gaseous mixture with a combustion air is generated and carried out in a combustion chamber by injecting injection of a fuel with high pressure, in order to carry out lean combustion (lean burn), and injecting a fuel as the shape of a fog further.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] however, the combustion with the slow rate of combustion the combustion system of lean combustion (lean burn) can reduce the nitrogen-oxides (NOx) carbon monoxide (CO) which is an injurious ingredient in combustion gas by amelioration of a combustion chamber or improvement of combustion by high-pressure-izing and atomization of fuel injection, and ignitionability tends to carry out [combustion] a flame failure bad although the effectiveness that low fuel specific consumption can be attained is expectable is unstable -- etc. -- the uneasy factor is held.

[0005] Therefore, by making the conditions which promote a combustion reaction to a combustion chamber, raising ignitionability to gaseous mixture, and shortening the rate of combustion, this invention makes it a technical problem to offer the injection gasoline engine in a cylinder it was made to raise the responsibility of combustion while reducing the nitrogen oxides and the carbon monoxide which are an injurious ingredient in combustion gas.

[0006]

[Means for Solving the Problem] The cylinder held by the 1st invention according to claim 1 possible [reciprocation of a piston], In the gasoline engine is equipped with the combustion chamber established in either said piston and the cylinder, and the fuel injection nozzle which injects a fuel towards this combustion chamber, and the fuel from this fuel injection nozzle was made to burn in said combustion chamber It has the fuel injection nozzle which has the nozzle hole which injects a fuel in the shape of a fog, and the fuel path which leads the fuel from a fuel-supply means to said nozzle hole, and has further the plasma developmental mechanics which generates discharge at said fuel path through which the fuel injected from said nozzle hole passes.

[0007] According to the 1st above-mentioned invention, in actuation of the injection type gasoline engine in a direct cylinder, a fuel is injected by the combustion chamber and generates gaseous mixture with air. This gaseous mixture is compressed like the rise line of a piston, serves as an elevated temperature, and the forced ignition of it is carried out with an ignition plug, and it burns. When plasma developmental

mechanics discharges at the fuel path in a fuel injection nozzle in the case of this fuel injection, the fuel which passes through that fuel path is electrified. Thus, since ionization of a fuel will be promoted and the combustion reaction will be promoted in case gaseous mixture is generated if the fuel in front of injection is charged, the time amount taken to complete a combustion reaction by the forced ignition by the ignition plug is shortened. Consequently, the combustion efficiency of a fuel improves compared with the conventional gasoline engine, and generation of harmful matter, such as nitrogen oxides resulting from the incomplete combustion of a fuel and a carbon monoxide, is reduced.

[0008] In addition to the 1st configuration of invention, said plasma developmental mechanics is electrically connected with the discharge electrode of the pair which estranged mutually to the tube wall of said fuel path, and has been arranged, and both discharge electrodes, and the 2nd invention according to claim 2 is equipped with the plasma generator which impresses high-frequency voltage among both discharge electrodes.

[0009] According to the 2nd above-mentioned invention, a plasma generator impresses high-frequency voltage to a discharge electrode, and generates discharge at the fuel path of a fuel injection nozzle. consequently, the fuel which passes through the inside of this fuel path -- being charged -- the gaseous mixture after injection -- ionization of the fuel in a generate time is promoted.

[0010] In addition to the configuration of the 1st or the 2nd invention, the 3rd invention according to claim 3 is further equipped with a fuel-injection detection means to detect the fuel-injection condition by said fuel injection nozzle, and the plasma control means which makes detection of the injection initiation by this fuel-injection detection means the impression start condition to said discharge electrode.

[0011] If the injection initiation by the fuel injection nozzle is detected by the fuel-injection detection means according to the 3rd above-mentioned invention, a plasma generator will start impression of the high voltage to a discharge electrode. Thereby, discharge is exactly generated to a fuel just before being injected or injected by the combustion chamber by the fuel injection nozzle.

[0012] In addition to the 3rd configuration of invention, the 4th invention according to claim 4 changes the electrical potential difference which impresses said plasma control means to said discharge electrode according to the detection result of the injection quantity by said fuel-injection detection means.

[0013] Detection of the fuel quantity which is injected by the fuel injection nozzle with a fuel-injection detection means according to the 4th above-mentioned invention changes into the value according to injection fuel quantity the electrical potential difference impressed to a discharge electrode corresponding to the injection fuel quantity. Thereby, the plasma of the reinforcement corresponding to injection fuel quantity occurs, and ionization of the fuel is performed efficiently.

[0014] In addition to the 1st configuration of invention, said plasma developmental mechanics is electrically connected with the both ends of the discharge coil prepared in the tube wall of said fuel path, and this discharge coil, and the 5th invention according to claim 5 is equipped with the plasma generator which energizes the high frequency current to this discharge coil.

[0015] According to the 5th above-mentioned invention, a plasma generator energizes the high frequency current to a discharge coil, and discharge is generated according to induced electromotive force at the fuel path of a fuel injection nozzle. consequently, the fuel which passes through the inside of this fuel path -- being charged -- the gaseous mixture after injection -- ionization of the fuel in a generate time is promoted.

[0016] In addition to the 5th configuration of invention, the 6th invention according to claim 6 is further equipped with a fuel-injection detection means to detect the fuel-injection condition by said fuel injection nozzle, and the plasma control means which makes detection of the injection initiation by this fuel-injection detection means the conditions of the energization initiation to said said discharge coil.

[0017] If the injection initiation by the fuel injection nozzle is detected by the fuel-injection detection means according to the 6th above-mentioned invention, a plasma generator will start energization of the high frequency current to a discharge coil. Thereby, discharge is exactly generated to a fuel just before being injected by the fuel injection nozzle.

[0018] In addition to the 8th configuration of invention, the 7th invention according to claim 7 changes the current which energizes said plasma control means to said discharge coil according to the detection result of the injection quantity by said fuel-injection detection means.

[0019] Detection of the fuel quantity which is injected by the fuel injection nozzle with a fuel-injection detection means according to the 7th above-mentioned invention changes into the value according to injection fuel quantity the current energized to a discharge coil corresponding to the injection fuel quantity. Thereby, the plasma of the reinforcement corresponding to injection fuel quantity occurs, and ionization of the fuel is performed efficiently.

[0020]

[Embodiment of the Invention] (The 1st operation gestalt) The direct gasoline-injection engine in a cylinder of 1 operation gestalt which materialized this invention is hereafter explained based on drawing 1 -4.

[0021] As shown in drawing 3, the principal part of a direct gasoline-injection engine (only henceforth an "engine") 32 is constituted by the cylinder block which has the cylinder of plurality (drawing one), and the cylinder head (illustration abbreviation) attached in the upper part. In each cylinder, the piston is held possible [reciprocation] in the vertical direction, and the depression of a cross-section omega (omega) typeface where the center section became shallower than the periphery section is formed in the crowning of the piston. The space surrounded by this depression and cylinder head constitutes the combustion chamber 34.

[0022] The cylinder head is equipped with the inhalation-of-air path for drawing air in a cylinder. The fuel injection nozzle 11 for injecting a fuel in the shape of a fog into the central part of a combustion chamber 34 is arranged at the cylinder head. Moreover, the ignition plug 33 which lights gaseous mixture is installed in the part estranged a little from the fuel injection nozzle 11.

[0023] As shown in drawing 3 as an example of a fuel supply system, the equipment of the fuel-injection system 35 constituted considering the fuel injection pump 37 as a subject is attached to the engine 32. A fuel injection pump 37 is the format called an in-line pump, and is constituted by the feed pump 40, the pump body 41, the centrifugal spark advancer 42, and the timer 43. The fuel-injection system 35 supplies a fuel to an engine 32, and bears the work injected to a combustion chamber 34. The fuel of a fuel tank 36 is first sucked up with a feed pump 40, and after being filtered by the fuel filter 38, it is sent to a pump body 41. The plunger of the number of engine gas columns and the same number is built in the pump body 41, and a fuel is fed via an injection pipe 39 from each plunger to a fuel injection nozzle 11. At this time, the amount of supply of a fuel is adjusted by the centrifugal spark advancer 42 of a fuel injection pump 37, and a supply stage is adjusted by the timer 43. And as for the fed fuel, only an initial complement is injected by the fuel injection nozzle 11 in a combustion chamber 34, and the remainder is returned to a fuel tank 36. In addition, in drawing 3, the engine 32 has the gas column of the injection pipe 39 connected to the pump body 41 in fact, and the same number (here six), although only one gas column is illustrated.

[0024] The fuel injection nozzle 11 is made into structure which presses down the point of a nozzle with a needle valve 12, and carried out the plug from the inside. Moreover, the solenoid coil 16 is installed in the end of a needle 12. The inside of a fuel injection nozzle 11 is mainly constituted in the nozzle body 13 by the nozzle assembly 18 which a needle 12 goes up and down, the nozzle holder 19 by which the spring 14 which sets up an injection-valve opening pressure into the holder body 15 was contained, and the solenoid coil 16 which works a needle 12 up and down. The fuel path 20 for leading a fuel to a needle 12 is formed in the holder body 15 and a nozzle body 13. Furthermore, the upstream of the fuel path 20 is equipped with the fuel filter 17. If ***** of this fuel flows to a rise and coincidence, a current flows to a solenoid coil 16 and the set force of a spring 14 is exceeded, a needle 12 will carry out a lift and fuel injection will be started from two or more nozzle holes 23 formed at the tip of a nozzle body 13. A fuel is injected by the radial in the four to 8 direction, carrying out rat tail atomization by the nozzle hole 23. ***** descends, and spraying will be completed, if the current to a solenoid coil 16 stops and a needle 12 will return to the original location with a spring 14. In addition, ***** in case a needle 12 begins to carry out a lift is called injection-valve opening pressure, and ***** when returning to the original location is called injection-valve closing pressure.

[0025] In the fuel path 20 of a fuel injection nozzle 11, the discharge electrode 21 of a ring-like pair estranges mutually, and is arranged at it, and the plasma generator 27 is electrically connected to the discharge electrode 21. A dc-battery 28 and the plasma control unit 26 are connected to the plasma generator 27, and the plasma control system 29 is constituted. The plasma generator 27 impresses high-frequency voltage to a discharge electrode 21 in response to supply of the power source from a dc-battery 28. The plasma control unit 26 controls the drive of the plasma generator 27 while it receives the signal from the accelerator opening sensor 30 and an oil pressure sensor 44 and detects the injection condition of the fuel by the fuel injection nozzle 11 based on these signals.

[0026] Hereafter, the operation and effectiveness of this operation gestalt which were constituted as mentioned above are explained. like the inhalation-of-air line of an engine 32 -- from -- in an expansion stroke, when a fuel is injected towards a combustion chamber 34, as for the fuel fed from the fuel-injection system 35, it passes through the fuel path 20 in the holder body 15 as mentioned above. He is trying for the plasma generator 27 to make both the discharge electrodes 21 generate discharge by impressing high-frequency voltage in the fuel injection nozzle 11 of this operation gestalt at the fuel path 20 in the case of

this injection. Thereby, corona discharge arises around both the discharge electrodes 21, and the fuel which passes through the fuel path 20 is charged. In case this electrified fuel is injected by the combustion chamber 34 after that and generates gaseous mixture, ionization of that fuel is promoted.

[0027] Thus, since ideal combustion can be performed while being able to shorten an engine combustion period if it discharges to a fuel just before being injected by the combustion chamber 34 and the ionization is promoted, the carbon monoxide generated by the cinder of a fuel, unburnt hydrocarbon gas, nitrogen oxides, etc. are reduced, and the discharge of such harmful matter can be reduced sharply. Moreover, since a combustion reaction is centralized by compaction of a flaming speed for a short time, the high increase in power of a gasoline engine and improvement in responsibility can be aimed at.

[0028] Furthermore, also in control by the plasma control unit 26, if the fuel injection by the fuel injection nozzle 11 is started, since impression of high-frequency voltage will be started from the plasma generator 27 to a discharge electrode 21, it can discharge exactly towards the fuel in front of the injection which passes through the fuel path 20. Moreover, even when an engine load becomes high and many fuels are injected by the fuel injection nozzle 11 since it is the method which controls the reinforcement of the plasma generated by impressing the high-frequency voltage according to fuel oil consumption to a discharge electrode 21 for example, the fuel of a high flow rate in the fuel path 20 can be efficiently electrified by making plasma reinforcement increase.

[0029] Next, the plasma control routine for controlling the plasma generator 27 performed by the control device shown in drawing 4 is explained. In step S10, the necessity of a drive of the plasma generator 27 is judged first. In detail, it judges whether the conveyance-of-oil pressure signal P of a fuel is larger than the predetermined value alpha. The predetermined value alpha is set as the value of ***** (it is called an injection-valve opening pressure) required since fuel injection is started from a fuel injection nozzle 11. If these criteria are not fulfilled (i.e., if the fuel is not injected to a combustion chamber 34), step S10 will be repeated. On the other hand, if said criteria are fulfilled (i.e., if the fuel injection to a combustion chamber 34 is started), it will shift to step S20 and the drive of the plasma generator 27 will be started.

[0030] Specifically based on the accelerator opening signal Q and the conveyance-of-oil pressure signal P of a fuel, the plasma generator 27 is controlled to the fuel quantity injected into a combustion chamber (judged) to generate the plasma of the optimal reinforcement. The high voltage needed for generating the plasma of predetermined reinforcement in detail is impressed to a discharge electrode 21. Thereby, from a discharge electrode 21, corona discharge occurs, and the fuel around a discharge electrode 21 is charged and is ionized.

[0031] At the following step S30, the necessity of drive termination of the plasma generator 27 is judged. In detail, the conveyance-of-oil pressure signal P of a fuel judges whether it is below the predetermined value beta. The predetermined value beta is set as the value of ***** (it is called an injection-valve closing pressure) in case the fuel injection from a fuel injection nozzle 11 is completed. If these criteria are not fulfilled (i.e., if the fuel injection to a combustion chamber 34 is continuing), drive control of the plasma generator 27 will be continued in step S20. On the other hand, if said criteria are fulfilled (i.e., if the fuel injection to a combustion chamber 34 is completed), it will shift to the following step S40, the drive of the plasma generator 27 will be stopped, and a plasma control routine will be ended.

[0032] In said plasma control routine, if the fuel injection to a combustion chamber 34 is started, since impression of the high voltage will be started from the plasma generator 27 to a discharge electrode 21, discharge can be exactly generated towards a fuel just before being injected.

[0033] moreover, the thing made to increase plasma reinforcement even when the applied voltage to a discharge electrode 21 is fluctuated according to the detection result of the injection quantity, the load of an engine 32 becomes high since it is the method which controls the reinforcement of the plasma to generate, and many fuels inject to a combustion chamber 34 -- the gaseous mixture -- it can be charged efficiently and an inner high-concentration fuel can be made to ionize

[0034] By the way, a combustion reaction will be the oxidative degradation by the oxygen of the quality of a combustible, if it puts in another way. Generally, if the target matter is beforehand ionized on the occasion of the chemical reaction, the time amount which the reaction takes will be shortened. If the quality of a combustible is ionized also in the combustion reaction from this, it will be thought that the reaction can be performed efficiently. for this reason, the inside of a combustion chamber 34 -- gaseous mixture -- if an inner fuel is ionized, while the time amount of the chemical ignition delay after the forced ignition was carried out with the ignition plug 33 will be shortened and ignition will concentrate and take place, a subsequent combustion reaction also comes to advance promptly. Consequently, combustion explosion of a fuel is promoted and combustion of most injected fuels is completed for a short time. Therefore,

phenomena, such as incomplete combustion and knocking, stop being able to happen easily like the conventional engine.

[0035] Thus, according to this operation gestalt, since the combustion period of an engine 32 is shortened, the carbon monoxide generated by the cinder of a fuel, unburnt hydrocarbon gas, nitrogen oxides, etc. are reduced, and the discharge of the harmful matter which makes these a principal component can be reduced sharply.

[0036] Moreover, in the engine which has generally obtained driving force by combustion explosion of a fuel, a combustion period governs that engine performance, and improvement in thermal efficiency and the improvement effect of combustion stability are acquired, so that this combustion period is shortened. In this operation gestalt, as mentioned above, since a combustion reaction is centralized by compaction of burn time for a short time, the high increase in power of a gasoline engine and improvement in responsibility can be aimed at.

[0037] Furthermore, according to this operation gestalt, since the thermal efficiency and combustion stability in a combustion chamber 34 of an engine 32 improve, the field of the air-fuel ratio which can be stabilized and operated in the range which results in operation of a heavy load from operation of low loading is expanded. It becomes realizable [the lean combustion stabilized compared with the conventional lean combustion gasoline engine by this], and improvement in specific fuel consumption can be aimed at.

[0038] In addition, in this operation gestalt, it is possible lightweight and to use as a compact the device which constitutes the plasma control systems 29, such as above-mentioned discharge electrodes 21 and 22 (after-mentioned), the above-mentioned plasma generator 27, etc. Furthermore, since these devices are not accompanied by mechanical drive, they cannot be easily influenced to vibration of a gasoline engine. For this reason, comparatively easily [extension / equipment], the increase of cost can be suppressed as much as possible, and can be performed.

[0039] In addition, this invention can be materialized in another operation gestalt shown below.

[0040] (1) In this operation gestalt, although high-frequency voltage is impressed to the discharge electrode 21 of the pair estranged and arranged as plasma developmental mechanics in the fuel path 20 and discharge is generated, other approaches may be adopted. For example, as shown in drawing 2, a discharge coil 22 can be arranged to the tube wall of the fuel path 20, the high frequency current can be energized to this discharge coil 22, and the plasma can be generated also by the approach of generating discharge in the fuel path 20 according to induced electromotive force.

[0041] (2) In this operation gestalt, although the solenoid mold fuel injection nozzle is shown as an example of a fuel injection nozzle 11, you may be the fuel injection nozzle of a different format. For example, you may be the fuel injection nozzle of a hole form, a pin form, or other formats. Also in such other fuel injection nozzles, the discharge electrode 21 of a pair can be arranged like the fuel path 20 for leading a fuel to a nozzle hole, or a discharge coil 22 can be arranged to a tube wall, and discharge can be generated at the fuel path 20 by [which impress high-frequency voltage to these and is in them] being and energizing the high frequency current.

[0042] (3) The plasma control unit 26 may detect the injection condition of a fuel with the accelerator opening Q and detection means other than ***** P of a fuel. For example, the injection condition of the fuel injected to a combustion chamber 34 may be detected by detecting the centrifugal spark advancer 42 of a fuel injection pump 37, and the operating state of a timer 43. Moreover, in the case of a gasoline engine equipped with an electronics control-type fuel injection equipment, the control signal can be used.

[0043] (4) This invention is applicable also to the gasoline engine into which superchargers, such as a turbocharger, were built, and the gasoline engine into which the so-called EGR system which takes out a part of combustion gas from a flueway, and was returned to the inhalation-of-air path was built.

[0044]

[Effect of the Invention] At the fuel path of a fuel injection nozzle, by electrifying the fuel in front of injection, ionization of an injection fuel can be promoted and, according to the 1st invention, the combustion reaction can be promoted. Thereby, a combustion period is shortened, and while being able to reduce the particulate matter in the exhaust gas resulting from the cinder of a fuel, an engine high increase in power and improvement in responsibility can be aimed at by centralization of combustion.

[0045] According to the 2nd invention, the fuel in front of injection can be effectively electrified by making a fuel path generate discharge and making it produce the plasma in addition to the 1st effect of the invention.

[0046] According to the 3rd invention, it can be charged and a fuel can be made to ionize exactly by discharging towards a fuel just before being injected by the combustion chamber in addition to the 1st or

2nd effect of the invention.

[0047] According to the 4th invention, it can be charged and a fuel can be made to ionize efficiently by generating discharge of the reinforcement corresponding to the fuel quantity injected by the combustion chamber in addition to the 3rd effect of the invention.

[0048] According to the 5th invention, the fuel in front of injection can be effectively electrified by making a fuel path generate discharge and making it produce the plasma in addition to the 1st effect of the invention.

[0049] According to the 6th invention, it can be charged and a fuel can be made to ionize exactly by discharging towards the fuel in front of injection in addition to the 5th effect of the invention.

[0050] According to the 7th invention, it can be charged and a fuel can be made to ionize efficiently by generating discharge of the reinforcement corresponding to the fuel quantity injected in addition to the 6th effect of the invention.

[Translation done.]

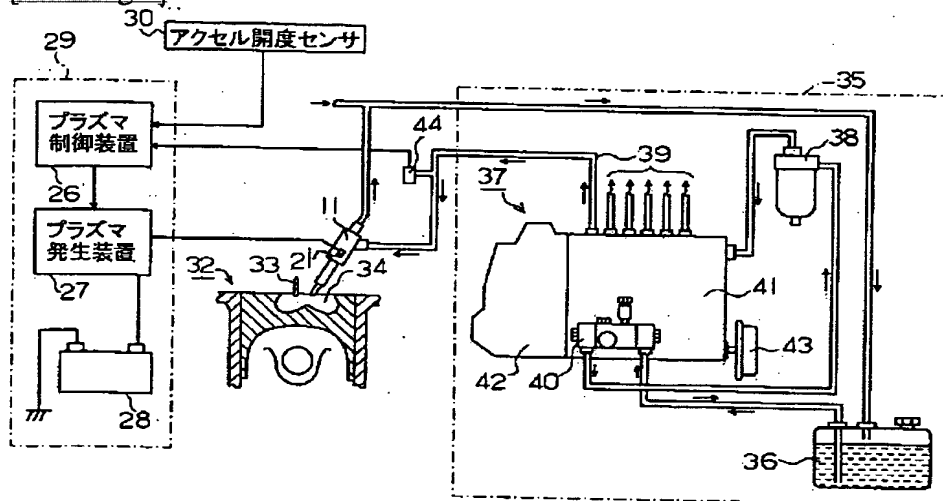
* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

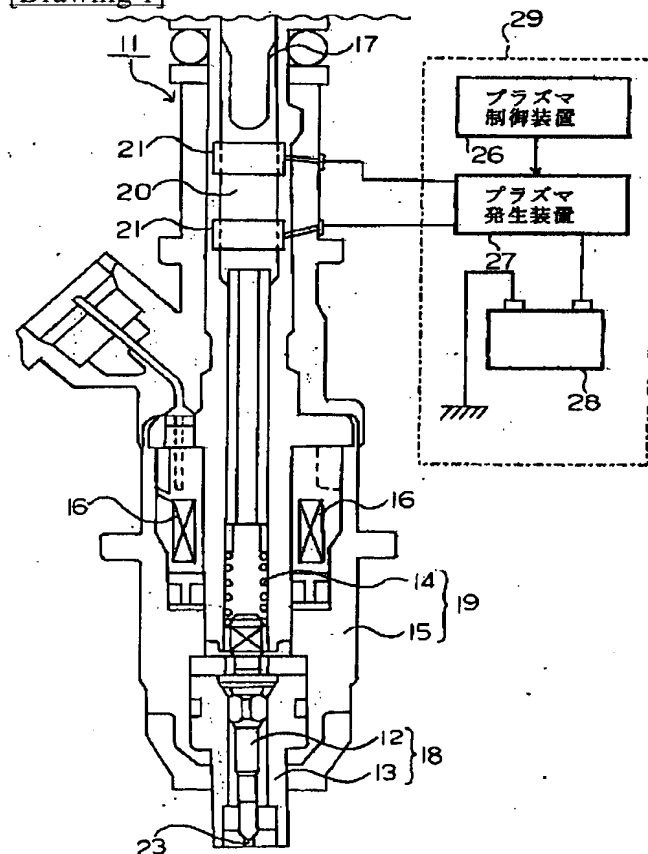
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

[Drawing 3]



[Drawing 1]



```

graph TD
    Start([スタート]) --> S10{S10 送油圧 P > α}
    S10 -- YES --> S20[S20 プラズマ発生装置駆動開始]
    S10 -- NO --> S30{S30 送油圧 P ≤ β}
    S20 --> S30
    S30 -- YES --> S40[S40 プラズマ発生装置駆動停止]
    S30 -- NO --> S10
    S40 --> End([リターン])

```

http://www4.ipdl.ncipi.go.jp/cgi-bin/tran_web_cgi_ejje

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-61556

(P2002-61556A)

(43) 公開日 平成14年2月28日 (2002.2.28)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テーマコード* (参考)

F 0 2 P 3/01

F 0 2 P 3/01

J 3 G 0 1 9

F 0 2 B 23/10

F 0 2 B 23/10

L 3 G 0 2 3

D 3 G 0 6 6

F 0 2 M 27/04

F 0 2 M 27/04

A

51/06

51/06

V

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願2000-250566 (P2000-250566)

(71) 出願人 396021427

長野 茂

岐阜県岐阜市中西郷4丁目149番地

(22) 出願日 平成12年8月22日 (2000.8.22)

(72) 発明者 長野 茂

岐阜県岐阜市中西郷4丁目149番地

Fターム (参考) 3G019 AA09 BA03 EB05 GA09 KC07
KD07

3G023 AA01 AA02 AA04 AA05 AA06

AB03 AB08 AC04 AD02 AD29

AF03 AG02 AG03

3G066 AA02 AB02 AC06 BA01 BA25

BA26 CC06U CC66 CE22

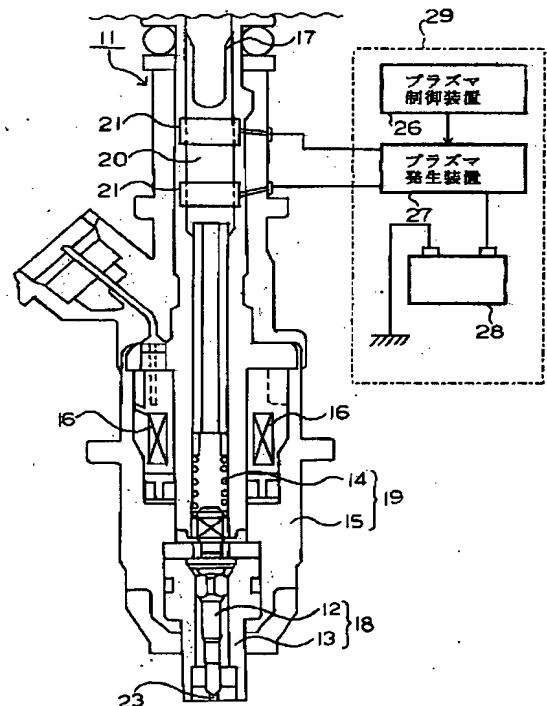
DC04 DC18

(54) 【発明の名称】 ガソリンエンジン

(57) 【要約】

【課題】 プラズマを利用して、燃焼室などで燃焼反応を促進させる条件をつくりだし、燃焼期間を短縮することにより、エンジン出力の向上と低燃費化をするようにしたガソリンエンジンを提供する。

【解決手段】 燃焼室34と、前記燃焼室34に向けて燃料を噴射する燃料噴射ノズル11とを備え、前記燃料噴射ノズル11からの燃料を前記燃焼室34で燃焼するようにしたガソリンエンジンにおいて、燃料噴射ノズル11の燃料通路20で放電を発生させるための放電電極21、22を設ける。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 ピストンが往復動可能に収容されたシリンダと、前記ピストン及びシリンダのいずれか一方に設けられた燃焼室と、同燃焼室に向けて燃料を噴射する燃料噴射ノズルとを備え、同燃料噴射ノズルからの燃料を前記燃焼室で燃焼するようにしたガソリンエンジンにおいて、燃料を霧状に噴射する噴孔と、燃料供給手段からの燃料を前記噴孔に導く燃料通路とを有する燃料噴射ノズルを備え、前記噴孔から噴射される燃料が通過する前記燃料通路で放電を発生させるプラズマ発生機構をさらに備えることを特徴とするガソリンエンジン。

【請求項 2】 前記プラズマ発生機構は、前記燃料通路の管壁に互いに離間して配置された一对の放電電極と、両放電電極と電気的に接続され、両放電電極間に高周波電圧を印加するプラズマ発生装置とを備えることを特徴とする請求項 1 に記載のガソリンエンジン。

【請求項 3】 前記燃料噴射ノズルによる燃料噴射状態を検出する燃料噴射検出手段と、同燃料噴射検出手段による噴射開始の検出を、前記放電電極への印加開始条件とするプラズマ制御手段とをさらに備えることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載のガソリンエンジン。

【請求項 4】 前記プラズマ制御手段は、前記放電電極に印加する電圧を、前記燃料噴射検出手段による噴射量の検出結果に応じて異ならせるものであることを特徴とする請求項 2 又は 3 に記載のガソリンエンジン。

【請求項 5】 前記プラズマ発生機構は、前記燃料通路の管壁に設けられた放電コイルと、同放電コイルの両端と電気的に接続され、同放電コイルに高周波電流を通電するプラズマ発生装置とを備えるものであることを特徴とする請求項 1 に記載のガソリンエンジン。

【請求項 6】 前記燃料噴射ノズルによる燃料噴射状態を検出する燃料噴射検出手段と、同燃料噴射検出手段による噴射開始の検出を、前記放電コイルへの通電開始条件とするプラズマ制御手段とをさらに備えることを特徴とする請求項 5 に記載のガソリンエンジン。

【請求項 7】 前記プラズマ制御手段は、前記放電コイルに通電する電流を、前記燃料噴射検出手段による噴射量の検出結果に応じて異ならせるものであることを特徴とする請求項 5 又は 6 に記載のガソリンエンジン。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、プラズマ発生装置を利用した筒内噴射ガソリンエンジンに関するものである。

【0002】

【従来の技術】 一般的な筒内噴射ガソリンエンジンは、燃焼室に接続された吸気通路によって燃焼室内に送られた燃焼用空気をピストンの動作により圧縮させ圧縮空気とする。その圧縮空気に対して霧化した高圧のガソリン（燃料）を噴射し、圧縮空気と燃料との混合気を生成す

る。この圧縮された混合気に対してプラグにて電気火花で強制着火させて駆動力を得ている構造としている。

【0003】 筒内噴射ガソリンエンジンでは、燃料消費率の向上の一手段として、理論空燃比よりも薄い混合気を燃焼させる希薄燃焼（リーンバーン）と呼ばれる燃焼方式がある。ここで、空燃比とは空気と燃料との重量比であり、理論空燃比とは、燃料を理論的に完全燃焼させるために必要な量の空気をを用いた場合の空燃比である。筒内噴射ガソリンエンジンにおいて、希薄燃焼（リーンバーン）させるために燃料の噴射を高圧にて噴射し、さらに燃料を霧状として噴射することにより燃焼室内にて燃焼用空気との混合気を生成して希薄燃焼（リーンバーン）させている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 ところが、希薄燃焼（リーンバーン）の燃焼方式は、燃焼室の改良又は燃料噴射の高圧化・微粒子化による燃焼の改善などにより燃焼ガス中の有害成分である窒素酸化物（ NO_x ）一酸化炭素（ CO ）を低減でき、低燃料消費率を達成できる効果が期待できるものの、着火性が悪く失火しやすい、燃焼速度が遅い、燃焼が不安定であるなどの不安要因を抱えている。

【0005】 したがって、本発明は、燃焼反応を促進させる条件を燃焼室内につくりだし、混合気に対して着火性を向上させ、燃焼速度を短縮することにより、燃焼ガス中の有害成分である窒素酸化物及び一酸化炭素を低減させるとともに燃焼の応答性を向上させるようにした筒内噴射ガソリンエンジンを提供することを課題とするものである。

【0006】

【課題を解決するための手段】 請求項 1 に記載の第 1 の発明は、ピストンが往復動可能に収容されたシリンダと、前記ピストン及びシリンダのいずれか一方に設けられた燃焼室と、同燃焼室に向けて燃料を噴射する燃料噴射ノズルとを備え、同燃料噴射ノズルからの燃料を前記燃焼室で燃焼するようにしたガソリンエンジンにおいて、燃料を霧状に噴射する噴孔と、燃料供給手段からの燃料を前記噴孔に導く燃料通路とを有する燃料噴射ノズルを備え、前記噴孔から噴射される燃料が通過する前記燃料通路で放電を発生させるプラズマ発生機構をさらに備えるものである。

【0007】 上記第 1 の発明によると、直接筒内噴射式ガソリンエンジンの作動において、燃料が燃焼室に噴射され、空気との混合気を生成する。この混合気は、ピストンの上昇行程で圧縮され高温となり、点火プラグにより強制着火し燃焼する。この燃料噴射の際に、プラズマ発生機構が燃料噴射ノズル内の燃料通路で放電することにより、その燃料通路を通過する燃料を帯電させる。このように、噴射直前の燃料が帯電していると、混合気を生成する際に燃料のイオン化が促進され、その燃焼反応

が促進されるため、点火プラグによる強制着火により燃焼反応が完了するまでに要する時間が短縮される。その結果、従来のガソリンエンジンに比べ燃料の燃焼効率が向上し、燃料の不完全燃焼に起因する窒素酸化物や一酸化炭素等の有害物質の生成が低減される。

【0008】請求項2に記載の第2の発明は、第1の発明の構成に加え、前記プラズマ発生機構は、前記燃料通路の管壁に互いに離間して配置された一対の放電電極と、両放電電極と電気的に接続され、両放電電極間に高周波電圧を印加するプラズマ発生装置とを備えるものである。

【0009】上記第2の発明によると、プラズマ発生装置が放電電極に高周波電圧を印加して、燃料噴射ノズルの燃料通路で放電を発生させる。その結果、この燃料通路内を通過する燃料が帯電し、噴射後の混合気生成時における燃料のイオン化が促進される。

【0010】請求項3に記載の第3の発明は、第1又は第2の発明の構成に加え、前記燃料噴射ノズルによる燃料噴射状態を検出する燃料噴射検出手段と、同燃料噴射検出手段による噴射開始の検出を、前記放電電極への印加開始条件とするプラズマ制御手段とをさらに備えるものである。

【0011】上記第3の発明によると、燃料噴射ノズルによる噴射開始が燃料噴射検出手段により検出されると、プラズマ発生装置が、放電電極への高電圧の印加を開始する。これにより、燃焼室に噴射された、あるいは燃料噴射ノズルにより噴射される直前の燃料に対して、的確に放電を発生させる。

【0012】請求項4に記載の第4の発明は、第3の発明の構成に加え、前記プラズマ制御手段は、前記放電電極に印加する電圧を、前記燃料噴射検出手段による噴射量の検出結果に応じて異ならせるものである。

【0013】上記第4の発明によると、燃料噴射検出手段により、燃料噴射ノズルにより噴射される燃料量が検出されると、その噴射燃料量に対応して、放電電極に印加する電圧が噴射燃料量に応じた値に変更される。これにより、噴射燃料量に対応した強度のプラズマが発生し、その燃料のイオン化が効率良く行われる。

【0014】請求項5に記載の第5の発明は、第1の発明の構成に加え、前記プラズマ発生機構は、前記燃料通路の管壁に設けられた放電コイルと、同放電コイルの両端と電気的に接続され、同放電コイルに高周波電流を通电するプラズマ発生装置とを備えるものである。

【0015】上記第5の発明によると、プラズマ発生装置が放電コイルに高周波電流を通电して、燃料噴射ノズルの燃料通路で誘導起電力により放電を発生させる。その結果、この燃料通路内を通過する燃料が帯電し、噴射後の混合気生成時における燃料のイオン化が促進される。

【0016】請求項6に記載の第6の発明は、第5の発

明の構成に加え、前記燃料噴射ノズルによる燃料噴射状態を検出する燃料噴射検出手段と、同燃料噴射検出手段による噴射開始の検出を、前記前記放電コイルへの通电開始の条件とするプラズマ制御手段とをさらに備えるものである。

【0017】上記第6の発明によると、燃料噴射ノズルによる噴射開始が燃料噴射検出手段により検出されると、プラズマ発生装置が、放電コイルへの高周波電流の通电を開始する。これにより、燃料噴射ノズルにより噴射される直前の燃料に対して、的確に放電を発生させる。

【0018】請求項7に記載の第7の発明は、第8の発明の構成に加え、前記プラズマ制御手段は、前記放電コイルに通电する電流を、前記燃料噴射検出手段による噴射量の検出結果に応じて異ならせるものである。

【0019】上記第7の発明によると、燃料噴射検出手段により、燃料噴射ノズルにより噴射される燃料量が検出されると、その噴射燃料量に対応して、放電コイルに通电する電流が噴射燃料量に応じた値に変更される。これにより、噴射燃料量に対応した強度のプラズマが発生し、その燃料のイオン化が効率良く行われる。

【0020】

【発明の実施の形態】（第1実施形態）以下、本発明を具体化した一実施形態の筒内直接噴射式ガソリンエンジンについて、図1～4に基づいて説明する。

【0021】図3に示すように、直接噴射式ガソリンエンジン（以下、単に「エンジン」という）32の主要部は、複数（図では1つ）のシリンダを有するシリンダブロックと、その上部に取り付けられたシリンダヘッド（図示略）とにより構成されている。各シリンダ内には、ピストンが上下方向へ往復動可能に収容されており、そのピストンの頂部には、中央部が周縁部より浅くなった断面 ω （オメガ）字形の凹みが形成されている。この凹み及びシリンダヘッドで囲まれた空間は、燃焼室34を構成している。

【0022】シリンダヘッドは、シリンダ内に空気を導くための吸気通路を備えている。シリンダヘッドには、燃焼室34の中央部分に、燃料を霧状に噴射するための燃料噴射ノズル11が配置されている。また、燃料噴射ノズル11からやや離間した箇所には、混合気を点火する点火プラグ33が設置されている。

【0023】燃料供給装置の一例として図3に示すように、エンジン32には、燃料噴射ポンプ37を主体として構成された燃料噴射系35の機器類が組み付けられている。燃料噴射ポンプ37は、例えば列形噴射ポンプと呼ばれる形式で、フィードポンプ40、ポンプ本体41、ガバナ42及びタイマ43により構成されている。燃料噴射系35は、燃料をエンジン32に供給し、燃焼室34へ噴射する働きを担うものである。燃料タンク36の燃料は、まずフィードポンプ40により吸い上げら

れ、燃料フィルタ 38 で濾過された後にポンプ本体 41 に送られる。ポンプ本体 41 にはエンジン気筒数と同数のプランジャが内蔵されており、各プランジャから噴射管 39 を経由して、燃料噴射ノズル 11 へ燃料が圧送される。このとき、燃料噴射ポンプ 37 のガバナ 42 により燃料の供給量が調整され、タイマ 43 により供給時期が調整される。そして、圧送された燃料は、燃料噴射ノズル 11 により必要量だけ燃焼室 34 に噴射され、残りは燃料タンク 36 に戻される。なお、図 3 においては、エンジン 32 は 1 つの気筒しか図示されていないが、実際にはポンプ本体 41 に接続されている噴射管 39 と同数（ここでは 6 つ）の気筒を有している。

【0024】燃料噴射ノズル 11 は、ノズルの先をニードルバルブ 12 で押さえて内側から栓をしたような構造としている。またニードル 12 の末端にはソレノイドコイル 16 が設置されている。燃料噴射ノズル 11 内は、ノズルボディ 13 の中でニードル 12 が上下するノズルアセンブリ 18 と、ホルダボディ 15 の中に開弁圧を設定するスプリング 14 が収納されたノズルホルダ 19 とニードル 12 を上下に稼働させるソレノイドコイル 16 によって主に構成されている。ホルダボディ 15 及びノズルボディ 13 には、燃料をニードル 12 へ導くための燃料通路 20 が形成されている。さらに燃料通路 20 の上流には燃料フィルタ 17 が装着されている。この燃料の送油圧が上昇と同時にソレノイドコイル 16 に電流が流れてスプリング 14 のセット力を超えると、ニードル 12 がリフトして、ノズルボディ 13 の先端に形成された複数の噴孔 23 から、燃料噴射が開始される。燃料は、噴孔 23 で絞られ霧化しながら 4～8 方向へ放射状に噴射される。送油圧が下降し、ソレノイドコイル 16 への電流が停止するとスプリング 14 によりニードル 12 が元の位置に戻ると、噴霧が終了する。なお、ニードル 12 がリフトし始めるときの送油圧を開弁圧といい、元の位置に戻るときの送油圧を閉弁圧という。

【0025】燃料噴射ノズル 11 の燃料通路 20 には、リング状の一对の放電電極 21 が互いに離間して配置されており、その放電電極 21 には、プラズマ発生装置 27 が電気的に接続されている。プラズマ発生装置 27 には、バッテリー 28 やプラズマ制御装置 26 が接続され、プラズマ制御系 29 を構成している。プラズマ発生装置 27 は、バッテリー 28 からの電源の供給を受けて、放電電極 21 に高周波電圧を印加するものである。プラズマ制御装置 26 は、アクセル開度センサ 30 及び油圧センサ 44 からの信号を受け、これらの信号に基づいて燃料噴射ノズル 11 による燃料の噴射状態を検出するとともに、プラズマ発生装置 27 の駆動を制御するものである。

【0026】以下、上記のように構成された本実施形態の作用及び効果について説明する。エンジン 32 の吸気行程から膨脹行程において、燃料が燃焼室 34 に向けて

噴射されるとき、燃料噴射系 35 から圧送された燃料は、上述のようにホルダボディ 15 内の燃料通路 20 を通過する。本実施形態の燃料噴射ノズル 11 では、この噴射の際に、プラズマ発生装置 27 が両放電電極 21 に高周波電圧を印加することにより、燃料通路 20 で放電を発生させるようにしている。これにより、両放電電極 21 の周辺にはコロナ放電が生じ、燃料通路 20 を通過する燃料が帯電する。この帯電した燃料がその後燃焼室 34 に噴射され混合気を生成する際には、その燃料のイオン化が促進される。

【0027】このように、燃焼室 34 に噴射される直前の燃料に対して放電し、そのイオン化を促進させると、エンジンの燃焼期間を短縮することができるとともに理想的な燃焼が行えることから、燃料の燃え残りによって生成する一酸化炭素、未燃炭化水素ガス、窒素酸化物等が低減され、これらの有害物質の排出量を大幅に削減することができる。また、火炎伝ば速度の短縮により燃焼反応が短時間に集中化されることから、ガソリンエンジンの高出力化や応答性の向上を図ることができる。

【0028】さらに、プラズマ制御装置 26 による制御においても、燃料噴射ノズル 11 による燃料噴射が開始されると、プラズマ発生装置 27 から放電電極 21 に対して高周波電圧の印加が開始されるため、燃料通路 20 を通過する噴射直前の燃料に向けて的確に放電することができる。また、燃料噴射量に応じた高周波電圧を放電電極 21 に印加することにより、発生するプラズマの強度を制御する方式であるため、例えば、エンジンの負荷が高くなり、燃料噴射ノズル 11 により多くの燃料が噴射された場合でも、プラズマ強度を増加させることによって、その燃料通路 20 中の高流量の燃料を効率良く帯電させることができる。

【0029】次に、図 4 に示す制御装置によって実行されるプラズマ発生装置 27 を制御するためのプラズマ制御ルーチンを説明する。まずステップ S10 において、プラズマ発生装置 27 の駆動の要否を判定する。詳しくは、燃料の送油圧信号 P が所定値 α よりも大きいかなかを判定する。所定値 α は、燃料噴射ノズル 11 から燃料噴射が開始されるために必要な送油圧（開弁圧という）の値に設定されている。この判定条件が満たされていないと、すなわち、燃焼室 34 へ燃料が噴射されていないと、ステップ S10 が繰り返される。これに対し、前記判定条件が満たされていると、すなわち、燃焼室 34 への燃料噴射が開始されていると、ステップ S20 へ移行し、プラズマ発生装置 27 の駆動を開始する。

【0030】具体的には、アクセル開度信号 Q 及び燃料の送油圧信号 P に基づき、燃料室内へ噴射される（と判断される）燃料量に対して、最適な強度のプラズマを発生させるよう、プラズマ発生装置 27 を制御する。詳しくは、所定強度のプラズマを発生させるのに必要とされる高電圧を、放電電極 21 に印加する。これにより、放

放電電極 21 からはコロナ放電が発生し、放電電極 21 の周囲の燃料が帯電しイオン化される。

【0031】次のステップ S30 では、プラズマ発生装置 27 の駆動終了の要否を判定する。詳しくは、燃料の送油圧信号 P が所定値 β 以下か否かを判定する。所定値 β は、燃料噴射ノズル 11 からの燃料噴射が終了するときの送油圧（閉弁圧という）の値に設定されている。この判定条件が満たされていないと、すなわち、燃焼室 34 への燃料噴射が継続していると、ステップ S20 においてプラズマ発生装置 27 の駆動制御を継続する。これに対し、前記判定条件が満たされていると、すなわち、燃焼室 34 への燃料噴射が終了していると、次のステップ S40 へ移行してプラズマ発生装置 27 の駆動を停止し、プラズマ制御ルーチンを終了する。

【0032】前記プラズマ制御ルーチンでは、燃焼室 34 への燃料噴射が開始されると、プラズマ発生装置 27 から放電電極 21 へ高電圧の印加が開始されるため、噴射される直前の燃料に向けて的確に放電が発生させることができる。

【0033】また、噴射量の検出結果に応じて放電電極 21 への印加電圧を変動させ、発生するプラズマの強度を制御する方式であるため、例えば、エンジン 32 の負荷が高くなり、燃焼室 34 に多くの燃料が噴射する場合でも、プラズマ強度を増加させることによって、その混合気中の高濃度の燃料を効率良く帯電し、イオン化させることができる。

【0034】ところで、燃焼反応とは、換言すれば可燃物質の酸素による酸化分解反応である。一般に、化学反応に際して対象となる物質があらかじめイオン化されていると、その反応に要する時間が短縮される。このことから、燃焼反応においても可燃物質がイオン化されていると、その反応を効率的に行うことができると考えられる。このため、燃焼室 34 内で混合気中の燃料がイオン化されると、点火プラグ 33 により強制着火された後の化学的着火遅れの時間が短縮されて着火が集中して起こるとともに、その後の燃焼反応も速やかに進行するようになる。その結果、燃料の燃焼爆発が促進され、噴射された燃料の大部分の燃焼が短時間にて終了する。したがって、従来のエンジンのように、不完全燃焼及びノッキング等の現象は起こりにくくなる。

【0035】このように、本実施形態によると、エンジン 32 の燃焼期間が短縮されることから、燃料の燃え残りによって生成する一酸化炭素、未燃炭化水素ガス、窒素酸化物等が低減され、これらを主成分とする有害物質の排出量を大幅に削減することができる。

【0036】また、一般に燃料の燃焼爆発により駆動力を得ているエンジンにおいて、その性能を支配するのは燃焼期間であり、この燃焼期間を短くするほど、熱効率の向上や燃焼安定性の改善効果が得られる。本実施形態においては、上述のように、燃焼時間の短縮により燃焼

反応が短時間に集中化されることから、ガソリンエンジンの高出力化及び応答性の向上を図ることができる。

【0037】さらに、本実施形態によると、エンジン 32 の燃焼室 34 における熱効率や燃焼安定性が向上することから、低負荷の運転から高負荷の運転にいたる範囲において安定して運転することのできる空燃比の領域が拡大する。これにより従来の希薄燃焼ガソリンエンジンに比べて安定した希薄燃焼の実現が可能となり、燃料消費率の向上を図ることができる。

【0038】なお、本実施形態においては、上述の放電電極 21、22（後述）及びプラズマ発生装置 27 などプラズマ制御系 29 を構成する機器を、軽量かつコンパクトにすることが可能である。さらに、これらの機器は機械的駆動を伴わないことから、ガソリンエンジンの振動に対しても影響を受けにくい。このため、装置増設を比較的容易に、かつコスト増を極力抑えて行うことができる。

【0039】なお、本発明は次に示す別の実施形態に具体化することができる。

【0040】（1）本実施形態においては、燃料通路 20 でのプラズマ発生機構として、離間して配置された一対の放電電極 21 に高周波電圧を印加して放電を発生させているが、他の方法を採用してもよい。例えば、図 2 に示すように、燃料通路 20 の管壁に放電コイル 22 を配置し、この放電コイル 22 に高周波電流を通電して、誘導起電力により燃料通路 20 内に放電を発生させる方法によってもプラズマを発生させることができる。

【0041】（2）本実施形態においては、燃料噴射ノズル 11 の一例としてソレノイド型燃料噴射ノズルが示されているが、異なる形式の燃料噴射ノズルであってもよい。例えば、ホール形やピン形または他の形式の燃料噴射ノズルであってもよい。このような他の燃料噴射ノズルにおいても、噴孔に燃料を導くための燃料通路 20 に同様にして一対の放電電極 21 を配置し、あるいは放電コイル 22 を管壁に配置し、これらに高周波電圧を印加しあるいは高周波電流を通電することにより、燃料通路 20 で放電を発生させることができる。

【0042】（3）プラズマ制御装置 26 は、アクセル開度 Q 及び燃料の送油圧 P 以外の検知手段により、燃料の噴射状態を検知してもよい。例えば、燃料噴射ポンプ 37 のガバナ 42 及びタイマ 43 の作動状態を検出することにより、燃焼室 34 へ噴射される燃料の噴射状態を検知してもよい。また、電子制御式の燃料噴射装置を備えるガソリンエンジンの場合には、その制御信号を利用することができる。

【0043】（4）本発明は、ターボチャージャーなどの過給機が組み込まれたガソリンエンジンや、燃焼ガスの一部を排気通路から取り出して吸気通路へ戻すようにした、いわゆる EGR システムが組み込まれたガソリンエンジンにも適用可能である。

【0044】

【発明の効果】第1の発明によれば、燃料噴射ノズルの燃料通路において、噴射直前の燃料を帯電させることにより、噴射燃料のイオン化を促進しその燃焼反応を促進させることができる。これにより、燃焼期間を短縮して、燃料の燃え残りに起因する排出ガス中の粒子状物質を低減できるとともに、燃焼の集中化によりエンジンの高出力化及び応答性の向上を図ることができる。

【0045】第2の発明によれば、第1の発明の効果に加え、燃料通路に放電を発生させプラズマを生じさせることにより、噴射直前の燃料を効果的に帯電させることができる。

【0046】第3の発明によれば、第1又は第2の発明の効果に加え、燃焼室に噴射される直前の燃料に向けて放電することにより、的確に燃料を帯電しイオン化させることができる。

【0047】第4の発明によれば、第3の発明の効果に加え、燃焼室に噴射される燃料量に対応した強度の放電を発生させることにより、効率良く燃料を帯電しイオン化させることができる。

【0048】第5の発明によれば、第1の発明の効果に加え、燃料通路に放電を発生させプラズマを生じさせることにより、噴射直前の燃料を効果的に帯電させることができる。

【0049】第6の発明によれば、第5の発明の効果に加え、噴射直前の燃料に向けて放電することにより、的確に燃料を帯電しイオン化させることができる。

【0050】第7の発明によれば、第6の発明の効果に加え、噴射される燃料量に対応した強度の放電を発生さ

せることにより、効率良く燃料を帯電しイオン化させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明を具体化した実施形態におけるガソリンエンジンの燃料噴射ノズルを示す部分断面図である。

【図2】本発明を具体化した別の実施形態におけるガソリンエンジンの燃料噴射ノズルを示す部分断面図である。

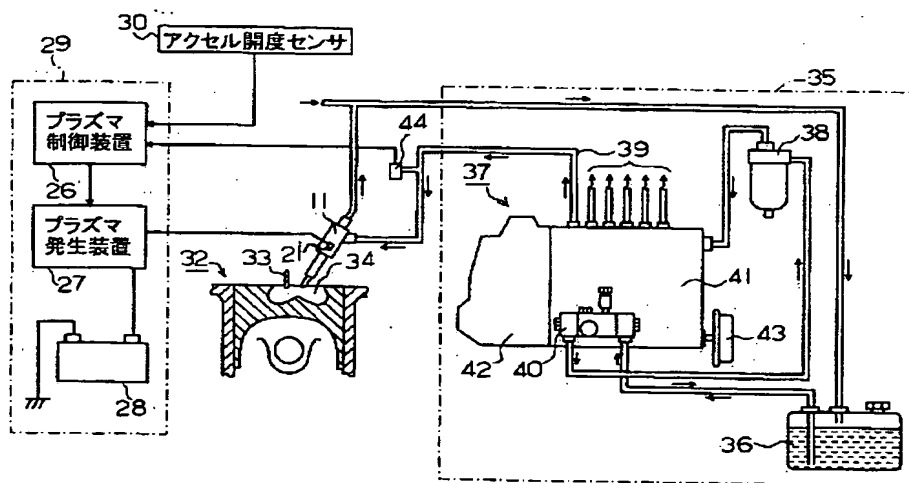
【図3】本発明を具体化した実施形態におけるガソリンエンジンとその燃料噴射系及びプラズマ制御系を示す説明図である。

【図4】プラズマ制御処理ルーチンを説明するフローチャートである。

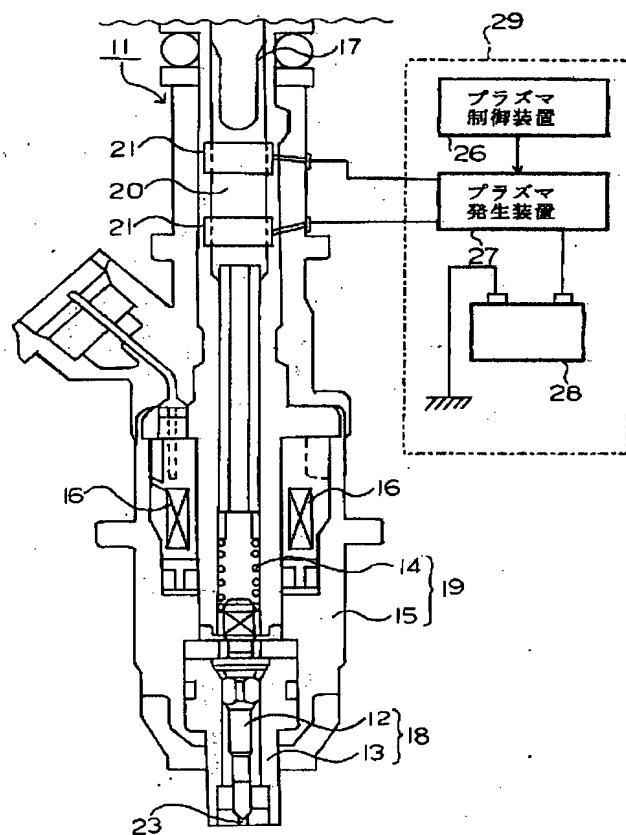
【符号の説明】

- 11. 燃料噴射ノズル
- 12. ニードル
- 16. ソレノイドコイル
- 20. 燃料通路
- 21. 放電電極
- 22. 放電コイル
- 23. 噴孔
- 26. プラズマ制御装置
- 27. プラズマ発生装置
- 28. バッテリ
- 29. プラズマ制御系
- 32. (ガソリン) エンジン
- 33. 点火プラグ
- 34. 燃焼室
- 35. 燃料噴射系

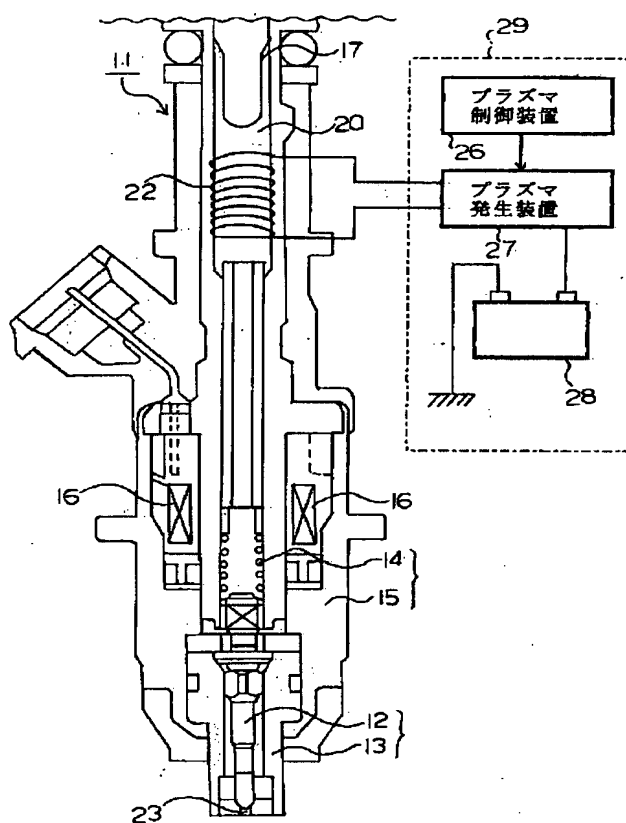
【図3】



【図1】



【図2】



【図4】

